



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2000178681 A**(43) Date of publication of application: **27.06.00**

(51) Int. Cl.

C22C 38/00**C21D 9/46****C21D 9/48****C22C 38/44****C22C 38/50**(21) Application number: **10352303**(22) Date of filing: **11.12.98**(71) Applicant: **NIPPON STEEL CORP**(72) Inventor: **KONO OSAMU
MABUCHI HIDESATO**

(54) **HOT ROLLED HIGH STRENGTH STEEL SHEET
SMALL IN VARIATION OF MATERIAL AND
EXCELLENT IN FORMABILITY AND
WELDABILITY AND ITS PRODUCTION**

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the formability and spot weldability of the steel sheet and to reduce the variation of the material therein by allowing it to have a specified elemental compsn. and a specified microstructure and controlling the ratio between the ferrite occupying volume rate and the ferrite grain size, the occupying volume rate of residual austenite and a balance of strength- ductility to specified ranges.

SOLUTION: This steel has a compsn. contg., by weight,

0.05 to 0.25% C, Si and Al by 0.5 to 4% in total, Mn, Ni, Cr, Mo and Cu by 0.5 to 4% in total, 20.01% S, 20.0005% B, and the balance Fe with inevitable impurities, and its microstructure is composed of ferrite, bainite and residual austenite. The value of the ferrite occupying volume rate/ferrite grain size is ≥ 20 , also, its varying width in the coil is < 4 , the occupying volume rate of residual austenite of $22 \mu\text{m}$ is $\geq 5\%$, also, its varying width in the coil is $< 5\%$, and, as the characteristics, the balance of strength-ductility (tensile strength \times total elongation) is controlled to ≥ 20000 MPa.%, and also, its varying width in the coil is controlled to < 3000 MPa.%.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-178681

(P2000-178681A)

(43)公開日 平成12年6月27日(2000.6.27)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード(参考)
C 2 2 C 38/00	3 0 1	C 2 2 C 38/00	3 0 1 B 4 K 0 3 7
C 2 1 D 9/46		C 2 1 D 9/46	S
9/48		9/48	S
C 2 2 C 38/44		C 2 2 C 38/44	
38/50		38/50	
審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 14 頁)			

(21)出願番号 特願平10-352303

(22)出願日 平成10年12月11日(1998. 12. 11)

(71)出願人 000006655

新日本製鐵株式会社

東京都千代田区大手町2丁目6番3号

(72)発明者 河野 治

大分市大字西ノ州1番地 新日本製鐵株式
会社大分製鐵所内

(72)発明者 間瀬 秀里

大分市大字西ノ州1番地 新日本製鐵株式
会社大分製鐵所内

(74)代理人 100105441

弁理士 田中 久喬

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 材質ばらつきの小さい成形性、溶接性に優れた熱延高強度鋼板とその製造方法

(57)【要約】

【課題】 優れた成形性と優れたスポット溶接性を合わせ持ち、材質ばらつきの小さい熱延高強度鋼板とする。

【解決手段】 不純物としてのBがB:0.0005%以下とし、ミクロ組織として、フェライト、ベイナイト、残留オーステナイトの3相で構成し、フェライト占積率(VF)とフェライト粒径(dF)の比(VF/dF)が20以上で、且つ、そのコイル内変動幅が4未満であり、2μm以下の残留オーステナイト占積率が5%以上で、且つ、そのコイル内変動幅が5%未満であり、特性として、強度-延性バランス(引張強さ×全伸び)が20000(MPa・%)以上で、且つ、そのコイル内変動幅が3000(MPa・%)未満とする。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 化学成分として、重量%で、

Cを0.05～0.25%、

SiとAlの内の1種又は2種を合計量で0.5～4%、

Mn、Ni、Cr、Mo、Cuの内の1種又は2種以上を合計量で0.5～4%、

S≤0.01%を含み、

不純物としてのBがB≤0.0005%存在し、

残部Fe及びBを除く不可避的不純物であり、マイクロ組織として、

フェライト、ベイナイト、残留オーステナイトの3相で構成され、

フェライト占積率(VF)とフェライト粒径(dF)の比(VF/dF)が20以上で且つそのコイル内変動幅が4未満であり、

2μm以下の残留オーステナイト占積率が5%以上で且つそのコイル内変動幅が5%未満であり、特性として、強度-延性バランス(引張強さ×全伸び)が20000(MPa・%)以上で且つそのコイル内変動幅が3000(MPa・%)未満であることを特徴とする材質ばらつきの小さい成形性、溶接性に優れた熱延高強度鋼板。

【請求項2】 ミクロ組織として、

フェライト占積率(VF)が60%以上で且つそのコイル内変動幅が15%未満であり、特性として、

引張強さ(TS)及び降伏強度(YS)のコイル内変動幅が100(MPa)未満であることを特徴とする請求項1に記載の材質のばらつきの小さい成形性、溶接性に優れた熱延高強度鋼板。

【請求項3】 化学成分として、重量%で、

Nb、V、Ti、P、Ca、REMの1種又は2種以上を含み、

該Nb、V、Tiにおいてはそれらの1種又は2種以上を合計量で0.3%以下、

Pにおいては0.3%以下、

Caにおいては0.01%以下、

REMにおいては0.05%以下であることを特徴とする請求項1又は2に記載の材質のばらつきの小さい成形性、溶接性に優れた熱延高強度鋼板。

【請求項4】 化学成分として、重量%で、

Cを0.05～0.25%、

SiとAlの内の1種又は2種を合計量で0.5～4%、

Mn、Ni、Cr、Mo、Cuの内の1種又は2種以上を合計量で0.5～4%、

S≤0.01%を含み、

不純物としてのBがB≤0.0005%存在し、

残部Fe及びBを除く不可避的不純物よりなる鋼片を用いて、

仕上げ圧延を、全圧下率：80%以上、終了温度：Ar

3～Ar3+150℃で、ランナウトテーブルでの冷却を30℃/秒以上で、巻取を350℃超500℃以下で各々行い、マイクロ組織として、

フェライト、ベイナイト、残留オーステナイトの3相で構成され、

フェライト占積率(VF)とフェライト粒径(dF)の比(VF/dF)が20以上で且つそのコイル内変動幅が4未満であり、

2μm以下の残留オーステナイト占積率が5%以上で且つそのコイル内変動幅が5%未満であり、特性として、強度-延性バランス(引張強さ×全伸び)が20000(MPa・%)以上で且つそのコイル内変動幅が3000(MPa・%)未満であることを特徴とする材質ばらつきの小さい成形性、溶接性に優れた熱延高強度鋼板の製造方法。

【請求項5】 化学成分として、重量%で、

Cを0.05～0.25%、

SiとAlの内の1種又は2種を合計量で0.5～4%、

Mn、Ni、Cr、Mo、Cuの内の1種又は2種以上を合計量で0.5～4%、

S≤0.01%を含み、

不純物としてのBがB≤0.0005%存在し、

残部Fe及びBを除く不可避的不純物よりなる鋼片を用いて、

仕上げ圧延を、全圧下率：80%以上、終了温度：Ar3～Ar3+150℃で、ランナウトテーブルでの冷却を30℃/秒以上で、巻取を350℃超500℃以下で各々行い、マイクロ組織として、

フェライト、ベイナイト、残留オーステナイトの3相で構成され、

フェライト占積率(VF)とフェライト粒径(dF)の比(VF/dF)が20以上で且つそのコイル内変動幅が4未満であり、

2μm以下の残留オーステナイト占積率が5%以上で且つそのコイル内変動幅が5%未満であり、

フェライト占積率(VF)が60%以上で且つそのコイル内変動幅が15%未満であり、特性として、

強度-延性バランス(引張強さ×全伸び)が20000(MPa・%)以上で且つそのコイル内変動幅が3000(MPa・%)未満であり、

引張強さ(TS)及び降伏強度(YS)のコイル内変動幅が100(MPa)未満であることを特徴とする材質ばらつきの小さい成形性、溶接性に優れた熱延高強度鋼板の製造方法。

【請求項6】 化学成分として、重量%で、

Cを0.05～0.25%、

SiとAlの内の1種又は2種を合計量で0.5～4%、

Mn、Ni、Cr、Mo、Cuの内の1種又は2種以上

を合計量で0.5~4%、
 $S \leq 0.01\%$ 、
 更に、Nb、V、Ti、P、Ca、REMの1種又は2種以上を含み、
 該Nb、V、Tiにおいてはそれらの1種又は2種以上を合計量で0.3%以下、
 Pにおいては0.3%以下、
 Caにおいては0.01%以下、
 REMにおいては0.05%以下を含み、
 不純物としてのBが $B \leq 0.0005\%$ 存在し、
 残部Fe及びBを除く不可避的不純物よりなる鋼片を用いて、
 仕上げ圧延を、全圧下率：80%以上、終了温度： $A_{r3} \sim A_{r3} + 150^\circ\text{C}$ で、ランナウトテーブルでの冷却を $30^\circ\text{C}/\text{秒}$ 以上で、巻取を 350°C 超 500°C 以下で各々行い、ミクロ組織として、
 フェライト、ベイナイト、残留オーステナイトの3相で構成され、
 フェライト占積率(VF)とフェライト粒径(dF)の比(VF/dF)が20以上で且つそのコイル内変動幅が4未満であり、
 $2\mu\text{m}$ 以下の残留オーステナイト占積率が5%以上で且つそのコイル内変動幅が5%未満であり、特性として、
 強度-延性バランス(引張強さ×全伸び)が $20000(\text{MPa} \cdot \%)$ 以上で且つそのコイル内変動幅が $3000(\text{MPa} \cdot \%)$ 未満であることを特徴とする材質ばらつきの小さい成形性、溶接性に優れた熱延高強度鋼板の製造方法。
 【請求項7】 化学成分として、重量%で、
 Cを0.05~0.25%、
 SiとAlの内の1種又は2種を合計量で0.5~4%、
 Mn、Ni、Cr、Mo、Cuの内の1種又は2種以上を合計量で0.5~4%、
 $S \leq 0.01\%$ 、
 更に、Nb、V、Ti、P、Ca、REMの1種又は2種以上を含み、
 該Nb、V、Tiにおいてはそれらの1種又は2種以上を合計量で0.3%以下、
 Pにおいては0.3%以下、
 Caにおいては0.01%以下、
 REMにおいては0.05%以下を含み、
 不純物としてのBが $B \leq 0.0005\%$ 存在し、
 残部Fe及びBを除く不可避的不純物よりなる鋼片を用いて、
 仕上げ圧延を、全圧下率：80%以上、終了温度： $A_{r3} \sim A_{r3} + 150^\circ\text{C}$ で、ランナウトテーブルでの冷却を $30^\circ\text{C}/\text{秒}$ 以上で、巻取を 350°C 超 500°C 以下で各々行い、ミクロ組織として、
 フェライト、ベイナイト、残留オーステナイトの3相で

構成され、
 フェライト占積率(VF)とフェライト粒径(dF)の比(VF/dF)が20以上で且つそのコイル内変動幅が4未満であり、
 $2\mu\text{m}$ 以下の残留オーステナイト占積率が5%以上で且つそのコイル内変動幅が5%未満であり、
 フェライト占積率(VF)が60%以上で且つそのコイル内変動幅が15%未満であり、特性として、
 強度-延性バランス(引張強さ×全伸び)が $20000(\text{MPa} \cdot \%)$ 以上で且つそのコイル内変動幅が $3000(\text{MPa} \cdot \%)$ 未満であり、
 引張強さ(TS)及び降伏強度(YS)のコイル内変動幅が $100(\text{MPa})$ 未満であることを特徴とする材質ばらつきの小さい成形性、溶接性に優れた熱延高強度鋼板の製造方法。
 【請求項8】 化学成分として、重量%で、
 Cを0.05~0.25%、
 SiとAlの内の1種又は2種を合計量で0.5~4%、
 Mn、Ni、Cr、Mo、Cuの内の1種又は2種以上を合計量で0.5~4%、
 $S \leq 0.01\%$ を含み、
 不純物としてのBが $B \leq 0.0005\%$ 存在し、
 残部Fe及びBを除く不可避的不純物よりなる鋼片を用いて、
 仕上げ圧延を、全圧下率：80%以上、終了温度： A_{r3} 以上で、ランナウトテーブルでの冷却を A_{r3} 以下 600°C 超の温度 T_1 までは $30^\circ\text{C}/\text{秒}$ 未満、 T_1 以降では $30^\circ\text{C}/\text{秒}$ 以上で、巻取を 350°C 超 500°C 以下で各々行い、ミクロ組織として、
 フェライト、ベイナイト、残留オーステナイトの3相で構成され、
 フェライト占積率(VF)とフェライト粒径(dF)の比(VF/dF)が20以上で且つそのコイル内変動幅が4未満であり、
 $2\mu\text{m}$ 以下の残留オーステナイト占積率が5%以上で且つそのコイル内変動幅が5%未満であり、特性として、
 強度-延性バランス(引張強さ×全伸び)が $20000(\text{MPa} \cdot \%)$ 以上で且つそのコイル内変動幅が $3000(\text{MPa} \cdot \%)$ 未満であることを特徴とする材質ばらつきの小さい成形性、溶接性に優れた熱延高強度鋼板の製造方法。
 【請求項9】 化学成分として、重量%で、
 Cを0.05~0.25%、
 SiとAlの内の1種又は2種を合計量で0.5~4%、
 Mn、Ni、Cr、Mo、Cuの内の1種又は2種以上を合計量で0.5~4%、
 $S \leq 0.01\%$ を含み、
 不純物としてのBが $B \leq 0.0005\%$ 存在し、

残部Fe及びBを除く不可避的不純物よりなる鋼片を用いて、

仕上げ圧延を、全圧下率：80%以上、終了温度：Ar₃以上で、ランナウトテーブルでの冷却をAr₃以下600℃超の温度T₁までは30℃/秒未満、T₁以降では30℃/秒以上で、巻取を350℃超500℃以下で各々行い、ミクロ組織として、

フェライト、ベイナイト、残留オーステナイトの3相で構成され、

フェライト占積率(VF)とフェライト粒径(dF)の比(VF/dF)が20以上で且つそのコイル内変動幅が4未満であり、

2μm以下の残留オーステナイト占積率が5%以上で且つそのコイル内変動幅が5%未満であり、

フェライト占積率(VF)が60%以上で且つそのコイル内変動幅が15%未満であり、特性として、

強度-延性バランス(引張強さ×全伸び)が20000(MPa・%)以上で且つそのコイル内変動幅が3000(MPa・%)未満であり、

引張強さ(TS)及び降伏強度(YS)のコイル内変動幅が100(MPa)未満であることを特徴とする材質ばらつきの小さい成形性、溶接性に優れた熱延高强度鋼板の製造方法。

【請求項10】 化学成分として、重量%で、

Cを0.05~0.25%、

SiとAlの内の1種又は2種を合計量で0.5~4%、

Mn、Ni、Cr、Mo、Cuの内の1種又は2種以上を合計量で0.5~4%、

S≤0.01%、

更に、Nb、V、Ti、P、Ca、REMの1種又は2種以上を含み、

該Nb、V、Tiにおいてはそれらの1種又は2種以上を合計量で0.3%以下、

Pにおいては0.3%以下、

Caにおいては0.01%以下、

REMにおいては0.05%以下を含み、

不純物としてのBがB≤0.0005%存在し、

残部Fe及びBを除く不可避的不純物よりなる鋼片を用いて、

仕上げ圧延を、全圧下率：80%以上、終了温度：Ar₃以上で、ランナウトテーブルでの冷却をAr₃以下600℃超の温度T₁までは30℃/秒未満、T₁以降では30℃/秒以上で、巻取を350℃超500℃以下で各々行い、ミクロ組織として、

フェライト、ベイナイト、残留オーステナイトの3相で構成され、

フェライト占積率(VF)とフェライト粒径(dF)の比(VF/dF)が20以上で且つそのコイル内変動幅が4未満であり、

2μm以下の残留オーステナイト占積率が5%以上で且つそのコイル内変動幅が5%未満であり、特性として、強度-延性バランス(引張強さ×全伸び)が20000(MPa・%)以上で且つそのコイル内変動幅が3000(MPa・%)未満であることを特徴とする材質ばらつきの小さい成形性、溶接性に優れた熱延高强度鋼板の製造方法。

【請求項11】 化学成分として、重量%で、

Cを0.05~0.25%、

SiとAlの内の1種又は2種を合計量で0.5~4%、

Mn、Ni、Cr、Mo、Cuの内の1種又は2種以上を合計量で0.5~4%、

S≤0.01%、

更に、Nb、V、Ti、P、Ca、REMの1種又は2種以上を含み、

該Nb、V、Tiにおいてはそれらの1種又は2種以上を合計量で0.3%以下、

Pにおいては0.3%以下、

Caにおいては0.01%以下、

REMにおいては0.05%以下を含み、

不純物としてのBがB≤0.0005%存在し、

残部Fe及びBを除く不可避的不純物よりなる鋼片を用いて、

仕上げ圧延を、全圧下率：80%以上、終了温度：Ar₃以上で、ランナウトテーブルでの冷却をAr₃以下600℃超の温度T₁までは30℃/秒未満、T₁以降では30℃/秒以上で、巻取を350℃超500℃以下で各々行い、ミクロ組織として、

フェライト、ベイナイト、残留オーステナイトの3相で構成され、

フェライト占積率(VF)とフェライト粒径(dF)の比(VF/dF)が20以上で且つそのコイル内変動幅が4未満であり、

2μm以下の残留オーステナイト占積率が5%以上で且つそのコイル内変動幅が5%未満であり、

フェライト占積率(VF)が60%以上で且つそのコイル内変動幅が15%未満であり、特性として、

強度-延性バランス(引張強さ×全伸び)が20000(MPa・%)以上で且つそのコイル内変動幅が3000(MPa・%)未満であり、

引張強さ(TS)及び降伏強度(YS)のコイル内変動幅が100(MPa)未満であることを特徴とする材質ばらつきの小さい成形性、溶接性に優れた熱延高强度鋼板の製造方法。

【請求項12】 化学成分として、重量%で、

Cを0.05~0.25%、

SiとAlの内の1種又は2種を合計量で0.5~4%、

Mn、Ni、Cr、Mo、Cuの内の1種又は2種以上

を合計量で0.5~4%、
 $S \leq 0.01\%$ を含み、
 不純物としてのBが $B \leq 0.0005\%$ 存在し、
 残部Fe及びBを除く不可避的不純物よりなる鋼片を用いて、
 仕上げ圧延を、全圧下率：80%以上、終了温度： A_{r3} 以上で、ランナウトテーブルでの冷却を A_{r3} 以下600℃超の温度 T_1 までは30℃/秒以上、 T_1 以降 T_2 までは30℃/秒未満、更に T_1 以下600℃超の温度 T_2 以降では30℃/秒以上で、巻取を350℃超500℃以下で各々行い、ミクロ組織として、
 フェライト、ベイナイト、残留オーステナイトの3相で構成され、
 フェライト占積率(VF)とフェライト粒径(dF)の比(VF/dF)が20以上で且つそのコイル内変動幅が4未満であり、
 2μm以下の残留オーステナイト占積率が5%以上で且つそのコイル内変動幅が5%未満であり、特性として、
 強度-延性バランス(引張強さ×全伸び)が20000(MPa・%)以上で且つそのコイル内変動幅が3000(MPa・%)未満であることを特徴とする材質ばらつきの小さい成形性、溶接性に優れた熱延高強度鋼板の製造方法。

【請求項13】 化学成分として、重量%で、
 Cを0.05~0.25%、
 SiとAlの内の1種又は2種を合計量で0.5~4%、
 Mn、Ni、Cr、Mo、Cuの内の1種又は2種以上を合計量で0.5~4%、
 $S \leq 0.01\%$ を含み、
 不純物としてのBが $B \leq 0.0005\%$ 存在し、
 残部Fe及びBを除く不可避的不純物よりなる鋼片を用いて、
 仕上げ圧延を、全圧下率：80%以上、終了温度： A_{r3} 以上で、ランナウトテーブルでの冷却を A_{r3} 以下600℃超の温度 T_1 までは30℃/秒以上、 T_1 以降 T_2 までは30℃/秒未満、更に T_1 以下600℃超の温度 T_2 以降では30℃/秒以上で、巻取を350℃超500℃以下で各々行い、ミクロ組織として、
 フェライト、ベイナイト、残留オーステナイトの3相で構成され、
 フェライト占積率(VF)とフェライト粒径(dF)の比(VF/dF)が20以上で且つそのコイル内変動幅が4未満であり、
 2μm以下の残留オーステナイト占積率が5%以上で且つそのコイル内変動幅が5%未満であり、
 フェライト占積率(VF)が60%以上で且つそのコイル内変動幅が15%未満であり、特性として、
 強度-延性バランス(引張強さ×全伸び)が20000(MPa・%)以上で且つそのコイル内変動幅が300

0(MPa・%)未満であり、
 引張強さ(TS)及び降伏強度(YS)のコイル内変動幅が100(MPa)未満であることを特徴とする材質ばらつきの小さい成形性、溶接性に優れた熱延高強度鋼板の製造方法。

【請求項14】 化学成分として、重量%で、
 Cを0.05~0.25%、
 SiとAlの内の1種又は2種を合計量で0.5~4%、
 Mn、Ni、Cr、Mo、Cuの内の1種又は2種以上を合計量で0.5~4%、
 $S \leq 0.01\%$ 、
 更に、Nb、V、Ti、P、Ca、REMの1種又は2種以上を含み、
 該Nb、V、Tiにおいてはそれらの1種又は2種以上を合計量で0.3%以下、
 Pにおいては0.3%以下、
 Caにおいては0.01%以下、
 REMにおいては0.05%以下を含み、
 不純物としてのBが $B \leq 0.0005\%$ 存在し、
 残部Fe及びBを除く不可避的不純物よりなる鋼片を用いて、
 仕上げ圧延を、全圧下率：80%以上、終了温度： A_{r3} 以上で、ランナウトテーブルでの冷却を A_{r3} 以下600℃超の温度 T_1 までは30℃/秒以上、 T_1 以降 T_2 までは30℃/秒未満、更に T_1 以下600℃超の温度 T_2 以降では30℃/秒以上で、巻取を350℃超500℃以下で各々行い、ミクロ組織として、
 フェライト、ベイナイト、残留オーステナイトの3相で構成され、
 フェライト占積率(VF)とフェライト粒径(dF)の比(VF/dF)が20以上で且つそのコイル内変動幅が4未満であり、
 2μm以下の残留オーステナイト占積率が5%以上で且つそのコイル内変動幅が5%未満であり、特性として、
 強度-延性バランス(引張強さ×全伸び)が20000(MPa・%)以上で且つそのコイル内変動幅が3000(MPa・%)未満であることを特徴とする材質ばらつきの小さい成形性、溶接性に優れた熱延高強度鋼板の製造方法。
 【請求項15】 化学成分として、重量%で、
 Cを0.05~0.25%、
 SiとAlの内の1種又は2種を合計量で0.5~4%、
 Mn、Ni、Cr、Mo、Cuの内の1種又は2種以上を合計量で0.5~4%、
 $S \leq 0.01\%$ 、
 更に、Nb、V、Ti、P、Ca、REMの1種又は2種以上を含み、
 該Nb、V、Tiにおいてはそれらの1種又は2種以上

を合計量で0.3%以下、
 Pにおいては0.3%以下、
 Caにおいては0.01%以下、
 REMにおいては0.05%以下を含み、
 不純物としてのBが $B \leq 0.0005\%$ 存在し、
 残部Fe及びBを除く不可避的不純物よりなる鋼片を用いて、
 仕上げ圧延を、全圧下率：80%以上、終了温度： A_{r3} 以上で、ランナウトテーブルでの冷却を A_{r3} 以下600℃超の温度 T_1 までは30℃/秒以上、 T_1 以降 T_2 までは30℃/秒未満、更に T_1 以下600℃超の温度 T_2 以降では30℃/秒以上で、巻取を350℃超500℃以下で各々行い、
 ミクロ組織として、
 フェライト、ベイナイト、残留オーステナイトの3相で構成され、
 フェライト占積率(VF)とフェライト粒径(dF)の比(VF/dF)が20以上で且つそのコイル内変動幅が4未満であり、
 2μm以下の残留オーステナイト占積率が5%以上で且つそのコイル内変動幅が5%未満であり、
 フェライト占積率(VF)が60%以上で且つそのコイル内変動幅が15%未満であり、特性として、
 強度-延性バランス(引張強さ×全伸び)が20000(MPa・%)以上で且つそのコイル内変動幅が3000(MPa・%)未満であり、
 引張強さ(TS)及び降伏強度(YS)のコイル内変動幅が100(MPa)未満であることを特徴とする材質ばらつきの小さい成形性、溶接性に優れた熱延高強度鋼板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は自動車、産業用機械等に使用することを企図した優れた成形性と優れたスポット溶接性を合わせ持ち、材質ばらつきの小さい熱延高強度鋼板とその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】自動車用鋼板の軽量化と衝突時の安全確保を主な背景として、高強度鋼板の需要が増大しているが、高強度鋼板といえども、その成形性、溶接性に対する要求は強く、優れた成形性、優れたスポット溶接性を両立させた鋼板が望まれている。

【0003】成形性の代表指標である強度-延性バランスの優れた鋼板として、従来、フェライトとマルテンサイトで構成されるDual Phase(いわゆるDP鋼)が知られている。このDP鋼は固溶強化型高強度鋼板、析出強化型高強度鋼板より優れた強度-延性バランスを示すが、その値は $TS \times T.EI < 20000$ (TS：引張強さMPa、T.EI：全伸び%)であり、加工性に対する更なる改善要望を満たし得ないのが、実状

である。

【0004】この現状を打破して $TS \times T.EI \geq 20000$ が得られるシーズとして、残留オーステナイトのTRIP現象(Transformation Induced Plasticity：変態誘起塑性)の利用がある。

【0005】本発明者らは、このTRIP現象を活用して、先に特開昭64-79345号公報として、従来技術の持つ問題点の解決策を提示した。

10 【0006】これによって、上記従来技術の持つ問題点の解決を図り、優れた強度-延性バランスを有する高強度熱延鋼板とその製造方法を提供することができ、 $TS \times T.EI \geq 20000$ と初期の目的を達成することができた。

【0007】しかし、工業的に実使用する場合は、強度-延性バランスの絶対値のみならず、その材質ばらつきが小さいことが必要である。さらに好ましくは引張強さ及び降伏強度のばらつきが小さいことが望まれる。材質ばらつきが大きい場合、一定条件で実施される連続成形にて、寸法変動等の製品での不具合が発生する。

【0008】また、この種鋼板の使用分野においてはスポット溶接の適用が可能であることが前提であり、スポット溶接にも優れていることが必要である。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】本発明な上記した従来技術が持つ問題点を解消し、優れた成形性と優れたスポット溶接性を合わせ持ち、材質ばらつきの小さい熱延高強度鋼板とその製造方法を提供することを課題としている。

30 【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は前記特開昭64-79345号公報で提示した鋼板の材質ばらつきを提言することを目的とするものである。

【0011】本発明者らはBの材質特性及びそのばらつきに及ぼす影響に関して種々の実験検討を重ねた結果、鋼中に混入する(不純物)Bの上限を規定することを骨子とすることにより、従来技術が持つ問題点を解消し、優れた成形性と優れたスポット溶接性を合わせ持ち、材質ばらつきの小さい熱延高強度鋼板とその製造方法を発明するに到った。

40 【0012】すなわち、不純物として存在するBの上限を0.0005%以下、好ましくは0.0002%以下とすることにより、フェライト変態を安定的に進行させ、フェライト占積率やその粒径の変動を抑制することが可能となり、その他添加元素等限定の作用とあいまって、成形性指標である強度-延性バランスの高レベル維持とそのばらつき低減、引張強さと降伏強度のばらつき低減を果たしたのである。

50 【0013】なお、Bの上限を規定することによる鋼材特性に及ぼす影響としては、特開平8-158005号

公報に述べられているように耐亜鉛めっき割れ性の改善に関わる技術が知られているものの材質ばらつきに関わる技術ではない。

【0014】本発明の要旨は、以下の通りである。

【0015】(1) 化学成分として、重量%で、Cを0.05~0.25%、SiとAlの内の1種又は2種を合計量で0.5~4%、Mn、Ni、Cr、Mo、Cuの内の1種又は2種以上を合計量で0.5~4%、S \leq 0.01%を含み、不純物としてのBがB \leq 0.0005%存在し、残部Fe及びBを除く不可避免の不純物であり、10
ミクロ組織として、フェライト、ベイナイト、残留オーステナイトの3相で構成され、フェライト占積率(VF)とフェライト粒径(dF)の比(VF/dF)が20以上で且つそのコイル内変動幅が4未満であり、2 μ m以下の残留オーステナイト占積率が5%以上で且つそのコイル内変動幅が5%未満であり、特性として、強度-延性バランス(引張強さ \times 全伸び)が20000(MPa \cdot %)以上で且つそのコイル内変動幅が3000(MPa \cdot %)未満であることを特徴とする材質ばらつきの小さい成形性、溶接性に優れた熱延高強度鋼板。

【0016】(2) ミクロ組織として、フェライト占積率(VF)が60%以上で且つそのコイル内変動幅が15%未満であり、特性として、引張強さ(TS)及び降伏強度(YS)のコイル内変動幅が100(MPa)未満であることを特徴とする上記(1)に記載の材質のばらつきの小さい成形性、溶接性に優れた熱延高強度鋼板。

【0017】(3) 化学成分として、重量%で、Nb、V、Ti、P、Ca、REMの1種又は2種以上を含み、該Nb、V、Tiにおいてはそれらの1種又は2種以上を合計量で0.3%以下、Pにおいては0.3%以下、Caにおいては0.01%以下、REMにおいては0.05%以下であることを特徴とする上記(1)又は(2)に記載の材質ばらつきの小さい成形性、溶接性に優れた熱延高強度鋼板。

【0018】(4) 化学成分として、重量%で、Cを0.05~0.25%、SiとAlの内の1種又は2種を合計量で0.5~4%、Mn、Ni、Cr、Mo、Cuの内の1種又は2種以上を合計量で0.5~4%、S \leq 0.01%を含み、不純物としてのBがB \leq 0.0005%存在し、残部Fe及びBを除く不可避免の不純物よりなる鋼片を用いて、仕上げ圧延を、全圧下率：80%以上、終了温度：Ar₃~Ar₃+150℃で、ランナウトテーブルでの冷却を30℃/秒以上で、巻取を350℃超500℃以下で各々行い、ミクロ組織として、フェライト、ベイナイト、残留オーステナイトの3相で構成され、フェライト占積率(VF)とフェライト粒径(dF)の比(VF/dF)が20以上で且つそのコイル内変動幅が4未満であり、2 μ m以下の残留オーステナイト占積率が5%以上で且つそのコイル内変動幅が5%未

満であり、特性として、強度-延性バランス(引張強さ \times 全伸び)が20000(MPa \cdot %)以上で且つそのコイル内変動幅が3000(MPa \cdot %)未満であることを特徴とする材質ばらつきの小さい成形性、溶接性に優れた熱延高強度鋼板の製造方法。

【0019】(5) 化学成分として、重量%で、Cを0.05~0.25%、SiとAlの内の1種又は2種を合計量で0.5~4%、Mn、Ni、Cr、Mo、Cuの内の1種又は2種以上を合計量で0.5~4%、S \leq 0.01%を含み、不純物としてのBがB \leq 0.0005%存在し、残部Fe及びBを除く不可避免の不純物よりなる鋼片を用いて、仕上げ圧延を、全圧下率：80%以上、終了温度：Ar₃~Ar₃+150℃で、ランナウトテーブルでの冷却を30℃/秒以上で、巻取を350℃超500℃以下で各々行い、ミクロ組織として、フェライト、ベイナイト、残留オーステナイトの3相で構成され、フェライト占積率(VF)とフェライト粒径(dF)の比(VF/dF)が20以上で且つそのコイル内変動幅が4未満であり、2 μ m以下の残留オーステナイト占積率が5%以上で且つそのコイル内変動幅が5%未満であり、フェライト占積率(VF)が60%以上で且つそのコイル内変動幅が15%未満であり、特性として、強度-延性バランス(引張強さ \times 全伸び)が20000(MPa \cdot %)以上で且つそのコイル内変動幅が3000(MPa \cdot %)未満であり、引張強さ(TS)及び降伏強度(YS)のコイル内変動幅が100(MPa)未満であることを特徴とする材質ばらつきの小さい成形性、溶接性に優れた熱延高強度鋼板の製造方法。

【0020】(6) 化学成分として、重量%で、Cを0.05~0.25%、SiとAlの内の1種又は2種を合計量で0.5~4%、Mn、Ni、Cr、Mo、Cuの内の1種又は2種以上を合計量で0.5~4%、S \leq 0.01%、更に、Nb、V、Ti、P、Ca、REMの1種又は2種以上を含み、該Nb、V、Tiにおいてはそれらの1種又は2種以上を合計量で0.3%以下、Pにおいては0.3%以下、Caにおいては0.01%以下、REMにおいては0.05%以下を含み、不純物としてのBがB \leq 0.0005%存在し、残部Fe及びBを除く不可避免の不純物よりなる鋼片を用いて、仕上げ圧延を、全圧下率：80%以上、終了温度：Ar₃~Ar₃+150℃で、ランナウトテーブルでの冷却を30℃/秒以上で、巻取を350℃超500℃以下で各々行い、ミクロ組織として、フェライト、ベイナイト、残留オーステナイトの3相で構成され、フェライト占積率(VF)とフェライト粒径(dF)の比(VF/dF)が20以上で且つそのコイル内変動幅が4未満であり、2 μ m以下の残留オーステナイト占積率が5%以上で且つそのコイル内変動幅が5%未満であり、特性として、強度-延性バランス(引張強さ \times 全伸び)が20000(MPa \cdot %)以上で且つそのコイル内変動幅が3

000 (MPa・%)未満であることを特徴とする材質ばらつきの小さい成形性、溶接性に優れた熱延高強度鋼板の製造方法。

【0021】(7) 化学成分として、重量%で、Cを0.05~0.25%、SiとAlの内の1種又は2種を合計量で0.5~4%、Mn、Ni、Cr、Mo、Cuの内の1種又は2種以上を合計量で0.5~4%、S \leq 0.01%、更に、Nb、V、Ti、P、Ca、REMの1種又は2種以上を含み、該Nb、V、Tiにおいてはそれらの1種又は2種以上を合計量で0.3%以下、Pにおいては0.3%以下、Caにおいては0.01%以下、REMにおいては0.05%以下を含み、不純物としてのBがB \leq 0.0005%存在し、残部Fe及びBを除く不可避的不純物よりなる鋼片を用いて、仕上げ圧延を、全圧下率：80%以上、終了温度：Ar₃~Ar₃+150℃で、ランナウトテーブルでの冷却を30℃/秒以上で、巻取を350℃超500℃以下で各々行い、ミクロ組織として、フェライト、ベイナイト、残留オーステナイトの3相で構成され、フェライト占積率(VF)とフェライト粒径(dF)の比(VF/dF)が20以上で且つそのコイル内変動幅が4未満であり、2 μ m以下の残留オーステナイト占積率が5%以上で且つそのコイル内変動幅が5%未満であり、フェライト占積率(VF)が60%以上で且つそのコイル内変動幅が15%未満であり、特性として、強度-延性バランス(引張強さ \times 全伸び)が20000 (MPa・%)以上で且つそのコイル内変動幅が3000 (MPa・%)未満であり、引張強さ(TS)及び降伏強度(YS)のコイル内変動幅が100 (MPa)未満であることを特徴とする材質ばらつきの小さい成形性、溶接性に優れた熱延高強度鋼板の製造方法。

【0022】(8) 化学成分として、重量%で、Cを0.05~0.25%、SiとAlの内の1種又は2種を合計量で0.5~4%、Mn、Ni、Cr、Mo、Cuの内の1種又は2種以上を合計量で0.5~4%、S \leq 0.01%を含み、不純物としてのBがB \leq 0.0005%存在し、残部Fe及びBを除く不可避的不純物よりなる鋼片を用いて、仕上げ圧延を、全圧下率：80%以上、終了温度：Ar₃以上で、ランナウトテーブルでの冷却をAr₃以下600℃超の温度T₁までは30℃/秒未満、T₁以降では30℃/秒以上で、巻取を350℃超500℃以下で各々行い、ミクロ組織として、フェライト、ベイナイト、残留オーステナイトの3相で構成され、フェライト占積率(VF)とフェライト粒径(dF)の比(VF/dF)が20以上で且つそのコイル内変動幅が4未満であり、2 μ m以下の残留オーステナイト占積率が5%以上で且つそのコイル内変動幅が5%未満であり、特性として、強度-延性バランス(引張強さ \times 全伸び)が20000 (MPa・%)以上で且つそのコイル内変動幅が3000 (MPa・%)未満であるこ

とを特徴とする材質ばらつきの小さい成形性、溶接性に優れた熱延高強度鋼板の製造方法。

【0023】(9) 化学成分として、重量%で、Cを0.05~0.25%、SiとAlの内の1種又は2種を合計量で0.5~4%、Mn、Ni、Cr、Mo、Cuの内の1種又は2種以上を合計量で0.5~4%、S \leq 0.01%を含み、不純物としてのBがB \leq 0.0005%存在し、残部Fe及びBを除く不可避的不純物よりなる鋼片を用いて、仕上げ圧延を、全圧下率：80%以上、終了温度：Ar₃以上で、ランナウトテーブルでの冷却をAr₃以下600℃超の温度T₁までは30℃/秒未満、T₁以降では30℃/秒以上で、巻取を350℃超500℃以下で各々行い、ミクロ組織として、フェライト、ベイナイト、残留オーステナイトの3相で構成され、フェライト占積率(VF)とフェライト粒径(dF)の比(VF/dF)が20以上で且つそのコイル内変動幅が4未満であり、2 μ m以下の残留オーステナイト占積率が5%以上で且つそのコイル内変動幅が5%未満であり、フェライト占積率(VF)が60%以上で且つそのコイル内変動幅が15%未満であり、特性として、強度-延性バランス(引張強さ \times 全伸び)が20000 (MPa・%)以上で且つそのコイル内変動幅が3000 (MPa・%)未満であり、引張強さ(TS)及び降伏強度(YS)のコイル内変動幅が100 (MPa)未満であることを特徴とする材質ばらつきの小さい成形性、溶接性に優れた熱延高強度鋼板の製造方法。

【0024】(10) 化学成分として、重量%で、Cを0.05~0.25%、SiとAlの内の1種又は2種を合計量で0.5~4%、Mn、Ni、Cr、Mo、Cuの内の1種又は2種以上を合計量で0.5~4%、S \leq 0.01%、更に、Nb、V、Ti、P、Ca、REMの1種又は2種以上を含み、該Nb、V、Tiにおいてはそれらの1種又は2種以上を合計量で0.3%以下、Pにおいては0.3%以下、Caにおいては0.01%以下、REMにおいては0.05%以下を含み、不純物としてのBがB \leq 0.0005%存在し、残部Fe及びBを除く不可避的不純物よりなる鋼片を用いて、仕上げ圧延を、全圧下率：80%以上、終了温度：Ar₃以上で、ランナウトテーブルでの冷却をAr₃以下600℃超の温度T₁までは30℃/秒未満、T₁以降では30℃/秒以上で、巻取を350℃超500℃以下で各々行い、ミクロ組織として、フェライト、ベイナイト、残留オーステナイトの3相で構成され、フェライト占積率(VF)とフェライト粒径(dF)の比(VF/dF)が20以上で且つそのコイル内変動幅が4未満であり、2 μ m以下の残留オーステナイト占積率が5%以上で且つそのコイル内変動幅が5%未満であり、特性として、強度-延性バランス(引張強さ \times 全伸び)が20000 (MPa・%)以上で且つそのコイル内変動幅が3000 (MPa・%)未満であることを特徴とする材質ばら

つきの小さい成形性、溶接性に優れた熱延高強度鋼板の製造方法。

【0025】(11) 化学成分として、重量%で、Cを0.05~0.25%、SiとAlの内の1種又は2種を合計量で0.5~4%、Mn、Ni、Cr、Mo、Cuの内の1種又は2種以上を合計量で0.5~4%、 $S \leq 0.01\%$ 、更に、Nb、V、Ti、P、Ca、REMの1種又は2種以上を含み、該Nb、V、Tiにおいてはそれらの1種又は2種以上を合計量で0.3%以下、Pにおいては0.3%以下、Caにおいては0.01%以下、REMにおいては0.05%以下を含み、不純物としてのBが $B \leq 0.0005\%$ 存在し、残部Fe及びBを除く不可避的不純物よりなる鋼片を用いて、仕上げ圧延を、全圧下率：80%以上、終了温度： A_{r3} 以上で、ランナウトテーブルでの冷却を A_{r3} 以下600℃超の温度 T_1 までは30℃/秒未満、 T_1 以降では30℃/秒以上で、巻取を350℃超500℃以下で各々行い、マイクロ組織として、フェライト、ベイナイト、残留オーステナイトの3相で構成され、フェライト占積率(VF)とフェライト粒径(dF)の比(VF/dF)が20以上で且つそのコイル内変動幅が4未満であり、2μm以下の残留オーステナイト占積率が5%以上で且つそのコイル内変動幅が5%未満であり、フェライト占積率(VF)が60%以上で且つそのコイル内変動幅が15%未満であり、特性として、強度-延性バランス(引張強さ×全伸び)が20000(MPa・%)以上で且つそのコイル内変動幅が3000(MPa・%)未満であり、引張強さ(TS)及び降伏強度(YS)のコイル内変動幅が100(MPa)未満であることを特徴とする材質ばらつきの小さい成形性、溶接性に優れた熱延高強度鋼板の製造方法。

【0026】(12) 化学成分として、重量%で、Cを0.05~0.25%、SiとAlの内の1種又は2種を合計量で0.5~4%、Mn、Ni、Cr、Mo、Cuの内の1種又は2種以上を合計量で0.5~4%、 $S \leq 0.01\%$ を含み、不純物としてのBが $B \leq 0.0005\%$ 存在し、残部Fe及びBを除く不可避的不純物よりなる鋼片を用いて、仕上げ圧延を、全圧下率：80%以上、終了温度： A_{r3} 以上で、ランナウトテーブルでの冷却を A_{r3} 以下600℃超の温度 T_1 までは30℃/秒以上、 T_1 以降 T_2 までは30℃/秒未満、更に T_1 以下600℃超の温度 T_2 以降では30℃/秒以上で、巻取を350℃超500℃以下で各々行い、マイクロ組織として、フェライト、ベイナイト、残留オーステナイトの3相で構成され、フェライト占積率(VF)とフェライト粒径(dF)の比(VF/dF)が20以上で且つそのコイル内変動幅が4未満であり、2μm以下の残留オーステナイト占積率が5%以上で且つそのコイル内変動幅が5%未満であり、特性として、強度-延性バランス(引張強さ×全伸び)が20000(MPa・%)以

上で且つそのコイル内変動幅が3000(MPa・%)未満であることを特徴とする材質ばらつきの小さい成形性、溶接性に優れた熱延高強度鋼板の製造方法。

【0027】(13) 化学成分として、重量%で、Cを0.05~0.25%、SiとAlの内の1種又は2種を合計量で0.5~4%、Mn、Ni、Cr、Mo、Cuの内の1種又は2種以上を合計量で0.5~4%、 $S \leq 0.01\%$ を含み、不純物としてのBが $B \leq 0.0005\%$ 存在し、残部Fe及びBを除く不可避的不純物よりなる鋼片を用いて、仕上げ圧延を、全圧下率：80%以上、終了温度： A_{r3} 以上で、ランナウトテーブルでの冷却を A_{r3} 以下600℃超の温度 T_1 までは30℃/秒以上、 T_1 以降 T_2 までは30℃/秒未満、更に T_1 以下600℃超の温度 T_2 以降では30℃/秒以上で、巻取を350℃超500℃以下で各々行い、マイクロ組織として、フェライト、ベイナイト、残留オーステナイトの3相で構成され、フェライト占積率(VF)とフェライト粒径(dF)の比(VF/dF)が20以上で且つそのコイル内変動幅が4未満であり、2μm以下の残留オーステナイト占積率が5%以上で且つそのコイル内変動幅が5%未満であり、フェライト占積率(VF)が60%以上で且つそのコイル内変動幅が15%未満であり、特性として、強度-延性バランス(引張強さ×全伸び)が20000(MPa・%)以上で且つそのコイル内変動幅が3000(MPa・%)未満であり、引張強さ(TS)及び降伏強度(YS)のコイル内変動幅が100(MPa)未満であることを特徴とする材質ばらつきの小さい成形性、溶接性に優れた熱延高強度鋼板の製造方法。

【0028】(14) 化学成分として、重量%で、Cを0.05~0.25%、SiとAlの内の1種又は2種を合計量で0.5~4%、Mn、Ni、Cr、Mo、Cuの内の1種又は2種以上を合計量で0.5~4%、 $S \leq 0.01\%$ 、更に、Nb、V、Ti、P、Ca、REMの1種又は2種以上を含み、該Nb、V、Tiにおいてはそれらの1種又は2種以上を合計量で0.3%以下、Pにおいては0.3%以下、Caにおいては0.01%以下、REMにおいては0.05%以下を含み、不純物としてのBが $B \leq 0.0005\%$ 存在し、残部Fe及びBを除く不可避的不純物よりなる鋼片を用いて、仕上げ圧延を、全圧下率：80%以上、終了温度： A_{r3} 以上で、ランナウトテーブルでの冷却を A_{r3} 以下600℃超の温度 T_1 までは30℃/秒以上、 T_1 以降 T_2 までは30℃/秒未満、更に T_1 以下600℃超の温度 T_2 以降では30℃/秒以上で、巻取を350℃超500℃以下で各々行い、マイクロ組織として、フェライト、ベイナイト、残留オーステナイトの3相で構成され、フェライト占積率(VF)とフェライト粒径(dF)の比(VF/dF)が20以上で且つそのコイル内変動幅が4未満であり、2μm以下の残留オーステナイト占積率が5

%以上で且つそのコイル内変動幅が5%未満であり、特性として、強度－延性バランス（引張強さ×全伸び）が20000（MPa・%）以上で且つそのコイル内変動幅が3000（MPa・%）未満であることを特徴とする材質ばらつきの小さい成形性、溶接性に優れた熱延高強度鋼板の製造方法。

【0029】（15） 化学成分として、重量%で、Cを0.05～0.25%、SiとAlの内の1種又は2種を合計量で0.5～4%、Mn、Ni、Cr、Mo、Cuの内の1種又は2種以上を合計量で0.5～4%、 $S \leq 0.01\%$ 、更に、Nb、V、Ti、P、Ca、REMの1種又は2種以上を含み、該Nb、V、Tiにおいてはそれらの1種又は2種以上を合計量で0.3%以下、Pにおいては0.3%以下、Caにおいては0.01%以下、REMにおいては0.05%以下を含み、不純物としてのBが $B \leq 0.0005\%$ 存在し、残留Fe及びBを除く不可避的不純物よりなる鋼片を用いて、仕上げ圧延を、全圧下率：80%以上、終了温度： A_{r3} 以上で、ランナウトテーブルでの冷却を A_{r3} 以下600℃超の温度 T_1 までは30℃/秒以上、 T_1 以降 T_2 までは30℃/秒未満、更に T_1 以下600℃超の温度 T_2 以降では30℃/秒以上で、巻取を350℃超500℃以下で各々行い、ミクロ組織として、フェライト、ベイナイト、残留オーステナイトの3相で構成され、フェライト占積率（VF）とフェライト粒径（dF）の比（VF/dF）が20以上で且つそのコイル内変動幅が4%未満であり、2μm以下の残留オーステナイト占積率が5%以上で且つそのコイル内変動幅が5%未満であり、フェライト占積率（VF）が60%以上で且つそのコイル内変動幅が15%未満であり、特性として、強度－延性バランス（引張強さ×全伸び）が20000（MPa・%）以上で且つそのコイル内変動幅が3000（MPa・%）未満であり、引張強さ（TS）及び降伏強度（YS）のコイル内変動幅が100（MPa）未満であることを特徴とする材質ばらつきの小さい成形性、溶接性に優れた熱延高強度鋼板の製造方法。

【0030】

【発明の実施の形態】以下に本発明を詳細に説明する。

【0031】まず、化学成分について述べる。

【0032】Cはオーステナイトを安定化し、残留オーステナイトを確保し、組織の粗大化を防ぐために、0.05重量%以上添加する。ただし、その上限はスポット溶接性不良、フェライト体積分率低下等避ける観点から、0.25重量%以下とする。好ましくは0.16重量%以下、より好ましくは0.11重量%以下とする。

【0033】Si、Alは残留γを得るために重要な元素であり、フェライトの生成を促進し、炭化物の生成を抑制することにより、残留γを確保する作用があると同時に脱酸元素・フェライト強化元素としても作用する。上記観点から、SiとAl内の1種もしくは2種の合計

添加加減量は0.5重量%以上とする必要がある。効果とコストの兼ね合いから、その合計添加上限量は4重量%以下とする。

【0034】また、特に優れた表面性状が要求される場合は、 $Si < 0.1$ 重量%（好ましくは0.01重量%）とすることによりSiスケールを回避するか、逆に $Si > 1.0$ 重量%（好ましくは1.2重量%）とすることによりSiスケールを無害化（全面に発生させ目立たなくする）してもよい。

10 【0035】また、SiとAlのフェライト強化作用の差を利用して引張強さを低くおさえない場合等の材質上の観点から、Al添加量を増しSi添加量を減ずることも可能である。

【0036】一方、耐火物溶損やノズル閉塞等の製鋼上デメリットや材質との関連で、 $Al \leq 0.2$ 重量%（好ましくは0.1重量%）としてもよい。

20 【0037】Mn、Ni、Cr、Mo、Cuは残留γを確保する作用があるとともにフェライト強化元素である。また、組織微細化への寄与もある。上記観点から、それらの内の1種もしくは2種以上の合計添加下限量は0.5重量%以上とする必要がある。ただし、コストと効果の兼ね合いから、その合計添加上限量は4重量%以下とする。

【0038】Sは硫化物系介在物による成形性、スポット溶接性の劣化防止の観点から、その含有量は ≤ 0.01 重量%（好ましくは ≤ 0.003 重量%、より好ましくは ≤ 0.001 重量%）とする。

30 【0039】不純物のBとしてはフェライト変態を安定的に進行させ、フェライト占積率やその粒径の変動を抑制し、その他添加元素等限定の作用とあいまって、成形性指標である強度－延性バランスの高レベル維持とそのばらつき低減、引張強さと降伏強度のばらつき低減のため、その上限を0.0005重量%（好ましくは0.0002重量%）とする。

【0040】さらに、選択元素として、Nb、V、Ti、P、Ca、REMの1種又は2種以上を添加してもよい。

【0041】Nb、V、Tiは高強度化に有効な元素であるが、効果とコストの兼ね合いから、それら添加量は1種又は2種以上を合計量で0.3重量%以下とする。

40 【0042】Pは残留オーステナイトの確保、高強度化に有効な元素であるが、効果とコストの兼ね合いから、その添加量は0.3重量%以下とする。特に優れた2次加工性、靱性、スポット溶接性、リサイクル性が要求される場合は、 $P \leq 0.05$ 重量%（好ましくは ≤ 0.02 重量%）とする。一方、Siスケール模様等を避け、優れた表面性状を得る観点からは $P \geq 0.015$ 重量%が好ましい。

50 【0043】Caは硫化物系介在物の形態制御（球状化）により、加工性（特に穴抜け比）をより向上させる

ために0.01重量%以下添加してもよい。また、REMも同様の理由から、0.05重量%以下添加してもよい。

【0044】なお、オーステナイトの安定化や高強度下等を狙って、必要に応じて、Nを0.02重量%以下、添加してもよい。

【0045】次にマイクロ組織について述べる。

【0046】引張強さ×全伸び $\geq 20000 \text{ MPa} \cdot \%$ に代表される優れた成形性を達成するためには、2ミクロン以下の残留 γ を5%以上の占積率で含有し、VF/dF (VF: フェライト占積率; %, dF: フェライト粒径; ミクロン) が20以上であるフェライト+ベイナイト+残留 γ の3相組織とすることが必要である。残留オーステナイトの増加は引張強さ×全伸びの向上に寄与し、その効果は残留オーステナイトの微細化によりさらに高まる。VF/dFの増加はフェライト占積率の増加、フェライト粒の微細化によるC濃度促進等を通じて、伸びの向上や残留オーステナイトの増加に寄与する。マイクロ組織を構成する相をフェライト+ベイナイト+残留 γ の3相とする、すなわち、残留オーステナイトの増加を阻害するパーライトやマルテンサイトを回避することにより、優れた成形性を達成できる。

【0047】さらに成形性のばらつき(引張強さ×全伸びにして3000 (MPa・%)未満)を低減するためにはマイクロ組織の均一化が必要であり、その支配因子である2ミクロン以下の残留 γ 占積率の変動を5%未満、VF/dF (VF: フェライト占積率; %, dF: フェライト粒径; ミクロン)の変動を4未満とすることが必要である。なお、フェライト、ベイナイト、残留 γ 以外の組織(たとえばパーライトやマルテンサイト)は優れた成形性達成とばらつき低減に悪影響を及ぼさない範囲で合計5%未満含有してもよい。

【0048】また、フェライト占積率(VF)を60%以上とし且つそのコイル内の変動幅を15%未満とすることは上記観点で好ましく、さらに引張強さ及び降伏強さのコイル内変動幅を低減する(100MPa)効果も奏する。

【0049】次に、熱間圧延における製造方法について述べる。

【0050】仕上げ圧延の終了温度の下限は加工組織(加工フェライト)の出現による成形性劣化を防ぐため、Ar₃とする。また、仕上げ圧延の終了温度の上限は前段急冷(図1)の場合、フェライト占積率増加、フェライト細粒化、残留 γ の占積率増加・微細化の観点でAr₃+150℃とする。後段急冷(図1)、2段急冷(図1)の場合は後述するごとく冷却工程でフェライト占積率増加、フェライト細粒化、残留 γ の占積率増加・微細化を達成できるため、特に仕上げ圧延の終了温度の上限を定める必要はないが、前記効果をより高めるために好ましくは上限をAr₃+150℃とする。

【0051】なお、Ar₃は化学成分に応じ、下式にて算出する。

$$\text{Ar}_3 (\text{℃}) = 868 - 396 \times \text{C} + 25 \times \text{Si} - 68 \times \text{Mn} - 36 \times \text{Ni} - 21 \times \text{Cu} - 25 \times \text{Cr} + 30 \times \text{Mo}$$

【0053】仕上げ圧延の全圧下率はフェライト占積率増加、フェライト細粒化、残留 γ の占積率増加・微細化のために、80%以上とする。好ましくは前段4パスの各圧下率を40%以上とすることが望ましい。

【0054】図1に示すランナウトテーブル(ROT)での前段急冷の冷却速度はパーライトの生成抑制のため、下限を30℃/秒とする。

【0055】図1に示すランナウトテーブル(ROT)での後段急冷においては、前段の徐冷はフェライト占積率の増加、細粒残留 γ の増加の観点から、30℃/秒未満の冷却速度でAr₃以下まで降温させるが、パーライトの生成を避けるため、600℃超から後段の急冷を30℃/秒以上の冷却速度で開始する。なお、Ar₃以下~600℃超で等温保持してもさしつかえない。

【0056】図1に示すランナウトテーブル(ROT)での2段急冷においては、第1の急冷はフェライト細粒化のため、30℃/秒以上でAr₃以下まで冷却する。中間の徐冷はフェライト占積率増加、細粒残留 γ の増加のため、30℃/秒未満とするが、パーライトの生成を避けるため、600℃超から第2の急冷を30℃/秒以上の冷却速度で開始する。なお、Ar₃以下~600℃超で等温保持してもさしつかえない。

【0057】また、いずれの冷却方法においてもフェライト占積率増加、フェライト細粒化、細粒残留 γ の増加、さらにはランナウトテーブル(冷却テーブル)長の低減を狙って、圧延直後急冷を行ってもよい。

【0058】巻取り温度の下限はマルテンサイトの生成を抑制して残留 γ を確保するため、その下限を360℃超とする。その上限はパーライトの生成を抑制しつつ、残留 γ 増加に好ましいベイナイト変態活用のため、500℃未満とする。

【0059】以上が本発明の熱延条件の規制理由であるが、フェライト占積率増加、フェライト細粒化、細粒残留 γ 増加をより一層図るため、①加熱温度上限を1170℃とする。②仕上げ圧延の開始温度を仕上げ圧延終了温度+100℃以下とする等の手段を単独ないしは複合で行ってもよい。また、最良な表面性状の確保のために上限を1170℃としてもよい。

【0060】さらに、巻取り後の冷却は放冷をおこなってもよいし、強制冷却でもよい。残留 γ 増加に好ましいベイナイト変態活用の観点から、200℃未満まで30℃/時以上で冷却してもよく、これを上記の加熱温度規制、仕上げ圧延開始温度規制とくみあわせてもよい。

【0061】なお、圧延に供する銅片はいわゆる冷片再加熱、HCR、HDRのいずれであってもかまわない。

また、いわゆる薄肉連続鍛造による鋼片であってもかまわない。

【0062】また、本発明による熱延鋼板をめっき原板としてもよい。

【0063】

【実施例】供試鋼のFe以外の化学成分を表1に示す。

【0064】供試鋼を用いて製造した熱延鋼板のミクロ組織と材質を表2に、熱間圧延条件を表3に示す。コイル長手で9ヶ所等間隔に評価用テストピースを採取し、コイル内変動幅はそれらの最大値と最小値の差とし、その他は長手中央での値である。

【0065】No. 1～No. 2及びNo. 6～No. 16は本発明例であり、優れた成形性と優れたスポット溶接性を合わせ持ち、材質ばらつきの小さい熱延高強度鋼板が得られている。

【0066】一方、No. 3～No. 5及びNo. 17～No. 25は比較例であり、成形性、スポット溶接性、材質ばらつきの3点で所望の特性を合わせ持つ熱延高強度鋼板が得られていない。

【0067】No. 3～No. 5は化学成分でBが本発明上限を超えているため、フェライト占積率、VF/dF及び残留 γ 占積率のコイル内変動幅が大きくなり、その結果、TS、YS、TS×T、E1のコイル内変動幅が大、すなわち、材質ばらつき大となった。

【0068】No. 17は化学成分でCが本発明上限を超えているため、溶接性が不適となるとともに、フェライト占積率、VF/dF、残留 γ 占積率が所望の値に至らず、その結果、TS×T、E1が劣化した。

【0069】No. 18は化学成分でMn+Ni+Cr+Mo+Cuの合計量が本発明下限に達していないため、VF/dF及び残留 γ 占積率が所望の値に至らず、その結果、TS×T、E1が劣化した。

【0070】No. 19は化学成分でSi+Alの合計量が本発明下限に達していないため、残留 γ 占積率が所望の値に至らず、その結果、TS×T、E1が劣化した。

【0071】No. 20は熱延条件で仕上げ圧延の全圧下率が本発明下限を切り、仕上げ圧延の終了温度が本発明上限を超えたため、フェライト占積率、VF/dF、残留 γ 占積率が所望の値に至らず、その結果、TS×T、E1が劣化した。

【0072】No. 21は熱延条件で前段急冷の冷速が本発明下限を切ったため、パーライト生成量が過大となり、残留 γ 占積率が所望の値に至らず、その結果、TS×T、E1が劣化した。

【0073】No. 22は熱延条件で後段急冷の温度T₂以降の冷速が本発明下限を切ったため、パーライト生成量が過大となり、残留 γ 占積率が所望の値に至らず、その結果、TS×T、E1が劣化した。

【0074】No. 23は熱延条件で2段急冷の温度T₂以降の冷速が本発明下限を切ったため、パーライト生成量が過大となり、残留 γ 占積率が所望の値に至らず、その結果、TS×T、E1が劣化した。

【0075】No. 24は熱延条件で巻取り温度が本発明上限を超えたため、パーライト生成量が過大となり、残留 γ 占積率が所望の値に至らず、その結果、TS×T、E1が劣化した。

【0076】No. 25は熱延条件で巻取り温度が本発明下限を切ったため、マルテンサイト生成量が過大となり、残留 γ 占積率が所望の値に至らず、その結果、TS×T、E1が劣化した。

【0077】なお、特性評価やミクロ組織評価は以下の方法で実施した。

【0078】引張試験はJIS5号にて実施し、引張強度(TS)、降伏強度(YS)、全伸び(T、E1)、強度－延性バランス(TS×T、E1)を求めた。

【0079】スポット溶接性はスポット溶接試験片をたがねで剥離したときのナゲット(スポット溶接時に熔融し、その後凝固した部分)内の破断が無い時は適で、有る時は不適で示す。

【0080】フェライト及び残部組織の同定および粒径(平均円相当径)と占積率の測定はナイトール試薬及び特開昭59-219473号公報に開示された試薬により鋼板圧延方向断面を腐食した倍率1000倍の光学顕微鏡写真により行った。

【0081】残留オーステナイトの同定と粒径(平均円相当径)は特開平5-163590号公報で開示された試薬により圧延方向断面を腐食し、倍率1000倍の光学顕微鏡写真により求めた。

【0082】残留オーステナイト体積分率(V_{γ} :単位は%)はMo-K α 線によるX線解析で次式に従い、算出した。

【0083】 $V_{\gamma}(\%) = (2/3) \{ 100 / (0.7 \times \alpha(211) / \gamma(220) + 1) \} + (1/3) \{ 100 / (0.78 \times \alpha(211) / \gamma(311) + 1) \}$

但し、 $\alpha(211)$ 、 $\gamma(220)$ 、 $\alpha(211)$ 、 $\gamma(311)$ は面強度を示す。

【0084】

【表1】

鋼番	化学成分(重量%)																			種類
	C	Si	Al	Si+Al	Mn	Ni	Cr	Mo	Cu	*1	S	B	Nb	V	Ti	P	Ca	REM	N	As
1	0.16	1.70	0.21	1.91	1.66					1.66	0.002	0.0002				0.015			0.003	734
2	0.16	1.71	0.20	1.91	1.64					1.64	0.002	0.0005				0.020			0.003	736
3	0.16	1.73	0.24	1.97	1.62					1.62	0.002	0.0007				0.018			0.003	738
4	0.16	1.73	0.24	1.97	1.62					1.62	0.002	0.001				0.018			0.003	738
5	0.16	1.71	0.25	1.96	1.62					1.62	0.002	0.002				0.021			0.003	737
6	0.06	2.00	0.01	2.01	1.80					1.80	0.003	0.0005				0.020			0.003	772
7	0.20	1.00	0.01	1.01	1.10					1.10	0.003	0.0005				0.020			0.002	739
8	0.10	0.01	1.50	1.51	1.40					1.40	0.001	0.0002				0.010			0.003	733
9	0.09	0.90	0.02	0.92	1.60	0.20				1.80	0.002	0.0005				0.020			0.002	739
10	0.08	2.00	0.03	2.03	1.40		0.20			1.60	0.003	0.0005				0.020			0.003	786
11	0.08	2.10	0.03	2.13	1.30			0.10		1.40	0.003	0.0005				0.020			0.003	603
12	0.10	0.90	0.02	0.92	1.50				0.20	1.70	0.002	0.0005				0.020	0.002		0.002	745
13	0.11	0.90	0.02	0.92	1.80					1.80	0.002	0.0002				0.100			0.003	725
14	0.12	1.90	0.03	1.93	1.60					1.60	0.001	0.0005		0.1		0.010			0.002	759
15	0.11	0.90	0.30	1.20	1.55					1.55	0.001	0.0005	0.02			0.020			0.002	742
16	0.10	1.50	0.02	1.52	1.30					1.30	0.002	0.0002			0.05	0.020		0.005	0.002	778
17	0.28	0.90	0.02	0.92	1.50					1.50	0.002	0.0005				0.020			0.002	678
18	0.08	0.90	0.02	0.92	0.45					0.45	0.010	0.0005				0.010			0.003	928
19	0.08	0.40	0.02	0.42	2.00					2.00	0.002	0.0005				0.020			0.002	710
20	0.15	1.50	0.02	1.52	1.00					1.00	0.002	0.0005				0.020			0.002	778
21	0.15	1.50	0.02	1.52	1.00					1.00	0.002	0.0005				0.020			0.002	778
22	0.15	1.50	0.02	1.52	1.00					1.00	0.002	0.0005				0.020			0.002	778
23	0.15	1.50	0.02	1.52	1.00					1.00	0.002	0.0005				0.020			0.002	778
24	0.15	1.50	0.02	1.52	1.00					1.00	0.002	0.0005				0.020			0.002	778
25	0.15	1.50	0.02	1.52	1.00					1.00	0.002	0.0005				0.020			0.002	778

下線は本発明の範囲外であることを示す。

*1=Mn+Ni+Cr+Mo+Cu

【0085】

【表2】

鋼種	形状					熱処理(520℃)		熱処理	引張試験特性								溶接性	種類
	占積率 VP %	占積率 コイル内変動	板厚 dP (mm)	VP/dP	VP/dP コイル内変動	占積率 %	占積率 コイル内変動		TS MPa	TS コイル内変動	YS MPa	YS コイル内変動	T.E %	TS×T.D MPa×%	TS×T.D コイル内変動			
1	70	9	3.3	21	3	12	4	ベイト	830	77	660	80	32.5	2695	2503	適	本発明例	
2	70	14	3.3	21	3	12	4	ベイト	850	85	680	87	31.8	2700	2735	適	本発明例	
3	65	23	3.0	22	5	10	5	ベイト	865	105	695	105	28.9	2499	3185	適	比較例	
4	50	25	3.0	20	5	10	5	ベイト	870	112	700	105	28.7	2499	3187	適	比較例	
5	60	20	3.0	20	5	10	5	ベイト	890	130	710	122	28.1	2509	3253	適	比較例	
6	90	13	3.7	24	3	10	4	ベイト	710	72	570	76	35.2	2492	2534	適	本発明例	
7	70	14	3.3	20	3	10	4	ベイト	700	74	560	78	35.7	2490	2542	適	本発明例	
8	85	11	3.0	28	3	8	3	ベイト	620	55	455	60	37.3	23002	2041	適	本発明例	
9	85	14	3.6	24	3	8	3	ベイト	595	68	475	70	38.7	23027	2632	適	本発明例	
10	87	13	3.9	22	3	10	4	ベイト	715	77	570	80	35.0	25025	2625	適	本発明例	
11	88	14	4.2	21	3	10	4	ベイト	705	71	565	59	35.5	25028	2503	適	本発明例	
12	85	12	3.6	24	3	8	3	ベイト	620	63	455	65	37.3	23002	2337	適	本発明例	
13	84	10	3.4	25	3	8	3	ベイト	630	56	505	60	36.5	22995	2044	適	本発明例	
14	81	14	3.6	23	3	10	4	ベイト	690	70	550	73	35.2	24978	2534	適	本発明例	
15	82	14	3.7	22	3	8	3	ベイト	620	55	455	68	37.3	23002	2412	適	本発明例	
16	85	12	4.2	20	3	8	3	ベイト	640	57	510	60	35.9	22976	2046	適	本発明例	
17	48	14	3.0	16	3	4	2	ベイト	1010	99	810	98	18.8	19988	1981	不適	比較例	
18	89	13	7.5	12	3	0	-	ベイト	420	45	335	46	38.1	16032	1715	適	比較例	
19	87	13	3.4	28	3	0	-	ベイト	615	65	430	66	26.0	15222	1630	適	比較例	
20	50	14	4.2	12	3	3	3	ベイト	630	63	505	67	28.6	18018	1802	適	比較例	
21	79	14	3.9	20	3	3	1	ベイト+ベイト	640	65	510	68	26.6	17024	1729	適	比較例	
22	80	14	3.9	21	3	3	1	ベイト+ベイト	645	66	515	70	26.4	17028	1703	適	比較例	
23	79	14	3.9	20	3	3	1	ベイト+ベイト	610	66	490	69	27.9	17012	1841	適	比較例	
24	80	13	3.9	21	3	0	-	ベイト+ベイト	640	65	510	70	25.0	18000	1625	適	比較例	
25	80	13	3.9	21	3	2	2	ベイト+ベイト	780	85	490	95	24.4	15032	2074	適	比較例	

下線は本発明の範囲外であることを示す。

【0086】

【表3】

鋼番	仕上圧延		冷却 パターン	前段急冷		後段急冷		2 段急冷				巻取 温度 ℃	種類
	全圧下率 %	終了温度 ℃		冷速 ℃/秒	冷速 ℃/秒	温度 T ℃	冷速 ℃/秒	冷速 ℃/秒	温度 T1 ℃	冷速 ℃/秒	温度 T2 ℃	冷速 ℃/秒	
1	95	804	前段急冷	50	-	-	-	-	-	-	-	-	400 本発明鋼
2	95	806	前段急冷	50	-	-	-	-	-	-	-	-	400 本発明鋼
3	95	810	前段急冷	55	-	-	-	-	-	-	-	-	400 比較例
4	95	808	前段急冷	50	-	-	-	-	-	-	-	-	400 比較例
5	95	807	前段急冷	50	-	-	-	-	-	-	-	-	400 比較例
6	93	842	前段急冷	90	-	-	-	-	-	-	-	-	370 本発明鋼
7	92	809	前段急冷	35	-	-	-	-	-	-	-	-	440 本発明鋼
8	90	803	前段急冷	40	-	-	-	-	-	-	-	-	410 本発明鋼
9	96	809	前段急冷	70	-	-	-	-	-	-	-	-	420 本発明鋼
10	90	856	前段急冷	80	-	-	-	-	-	-	-	-	415 本発明鋼
11	90	873	前段急冷	55	-	-	-	-	-	-	-	-	395 本発明鋼
12	91	815	前段急冷	75	-	-	-	-	-	-	-	-	380 本発明鋼
13	90	795	前段急冷	75	-	-	-	-	-	-	-	-	405 本発明鋼
14	90	829	前段急冷	75	-	-	-	-	-	-	-	-	410 本発明鋼
15	94	842	後段急冷	-	10	730	50	-	-	-	-	-	400 本発明鋼
16	90	878	2 段急冷	-	-	-	-	60	720	12	670	50	400 本発明鋼
17	91	748	前段急冷	50	-	-	-	-	-	-	-	-	350 比較例
18	91	898	前段急冷	40	-	-	-	-	-	-	-	-	390 比較例
19	91	780	前段急冷	60	-	-	-	-	-	-	-	-	395 比較例
20	79	938	前段急冷	50	-	-	-	-	-	-	-	-	410 比較例
21	91	848	前段急冷	20	-	-	-	-	-	-	-	-	400 比較例
22	91	878	後段急冷	-	25	770	20	-	-	-	-	-	385 比較例
23	91	878	2 段急冷	-	-	-	-	50	730	10	680	20	410 比較例
24	91	848	前段急冷	40	-	-	-	-	-	-	-	-	520 比較例
25	91	848	前段急冷	50	-	-	-	-	-	-	-	-	330 比較例

【0087】

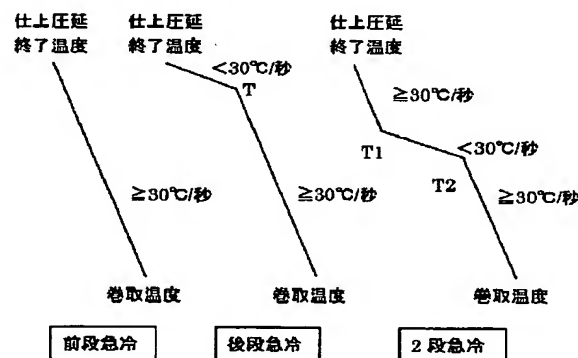
【発明の効果】本発明により優れた成形性と優れたスポット溶接性を合わせ持ち、材質ばらつきの小さい熱延高強度鋼板とその製造方法を低コストかつ安定的に提供することが可能となったため、使用用途・使用条件が格段

に広がり、工業上、経済上の効果は非常に大きい。

【図面の簡単な説明】

【図1】ランナウトテーブルでの冷却方法を示す図である。

【図1】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4K037 EA01 EA02 EA05 EA06 EA09
EA11 EA13 EA15 EA16 EA17
EA19 EA20 EA23 EA25 EA27
EA28 EA31 EA32 EA36 FB07
FC07 FD04 FE01 JA01